

## TEMPERATURE CONDITIONER AND SCANNING ALIGNER

**Publication number:** JP9092613

**Publication date:** 1997-04-04

**Inventor:** KAMIYA SABURO

**Applicant:** NIPPON KOGAKU KK

**Classification:**

- **international:** G03F7/20; H01L21/027; G03F7/20; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/027; G03F7/20

- **European:** G03F7/20T16; G03F7/20T26

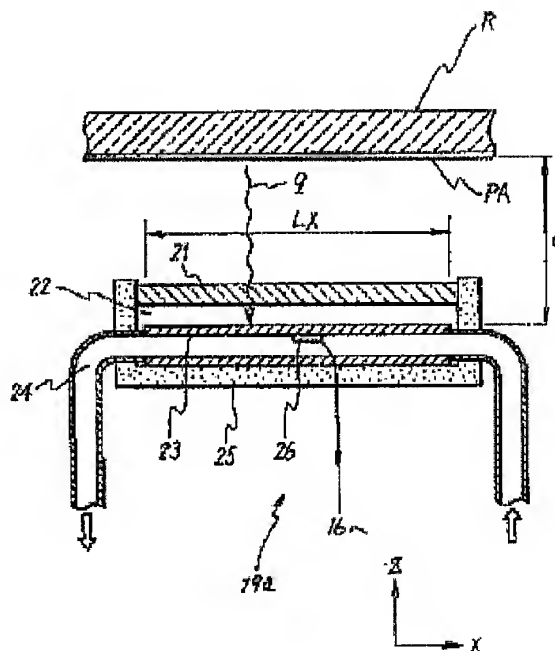
**Application number:** JP19950267824 19950921

**Priority number(s):** JP19950267824 19950921

Report a data error here

### Abstract of JP9092613

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To control the temperature of a substrate effectively while preventing variation or fluctuation in the temperature of the peripheral air and substantially causing no problem of adhering particles. **SOLUTION:** The temperature conditioner comprises a radiation plate 23 disposed oppositely to a substrate R and the temperature of which can be controlled by a refrigerant (hot medium) flowing through a piping 24, an infrared ray transmission window 21 disposed oppositely to the radiation plate 23 through a vacuum layer 22, and a support 25 for supporting the radiation plate 23 and the window 21 integrally while insulating them thermally along with the vacuum layer 22. Since the temperature of the substrate R is conditioned by radiation through the radiation plate 23, adhesion of particles is substantially eliminated and noncontact temperature control of the substrate R can be carried out effectively while preventing variation or fluctuation in the temperature of the peripheral air.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**Family list**

**1** family member for: **JP9092613**

Derived from 1 application

[Back to JP9092613](#)

**1 TEMPERATURE CONDITIONER AND SCANNING ALIGNER**

**Inventor:** KAMIYA SABURO

**Applicant:** NIPPON KOGAKU KK

**EC:** G03F7/20T16; G03F7/20T26

**IPC:** G03F7/20; H01L21/027; G03F7/20 (+3)

**Publication info:** **JP9092613 A** - 1997-04-04

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-92613

(43) 公開日 平成9年(1997)4月4日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 1 6 E
G 0 3 F 7/20	5 2 1		G 0 3 F 7/20	5 2 1
			H 0 1 L 21/30	5 1 8

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-267824

(22) 出願日 平成7年(1995)9月21日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 神谷 三郎

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

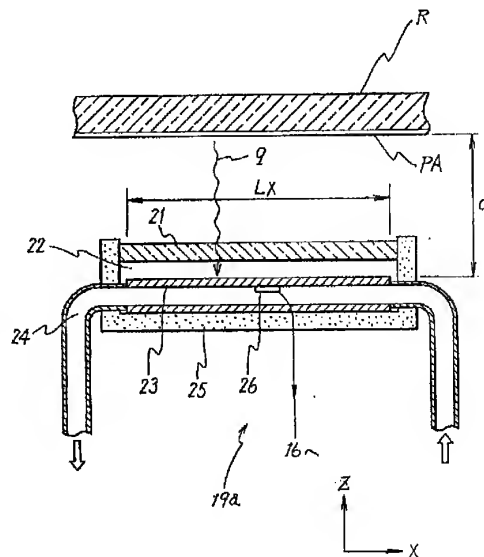
(74) 代理人 弁理士 立石 篤司 (外1名)

## (54) 【発明の名称】 温調装置及び走査型露光装置

## (57) 【要約】

【課題】 パーティクルの付着問題が殆ど生じることなく、周辺の空気温度変化や揺らぎを防止しつつ、基板の温度制御を効果的に行なう。

【解決手段】 基板Rに対向配置され、配管24内を流れる冷媒(又は熱媒)により温度制御可能な輻射プレート23と、輻射プレート23に真空層22を介して対向配置された赤外線透過窓21と、輻射プレート23と窓21とを一体的に支持するとともに当該両者23、21間及び真空層22を断熱する断熱支持体25とを有する。これによれば、輻射プレート23との間の輻射伝熱により基板Rの温度が調整されるので、パーティクルの付着問題が殆ど生じることなく、周辺の空気温度変化や揺らぎを防止しつつ、完全なる非接触にて基板Rの温度制御を効果的に行なうことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の温度を調整する温調装置であつて、

前記基板に対向配置可能で温度制御可能な輻射プレートと；前記輻射プレートに所定の真空層を介して対向配置された赤外線透過窓と；前記輻射プレートと前記窓とを一体的に支持するとともに当該両者間及び前記真空層を断熱する断熱支持体とを有する温調装置。

【請求項2】 前記輻射プレートの温度制御用の半導体ペルチェ素子を更に有することを特徴とする請求項1に記載の温調装置。

【請求項3】 前記赤外線透過窓は、温度制御可能であることを特徴とする請求項1又は2に記載の温調装置。

【請求項4】 マスクを照明手段によって照明し、マスクを保持するマスクステージと感光基板を保持する基板ステージとを所定の走査方向に沿って同期走査しつつ、前記マスク上の照明領域のパターンの像を投影光学系を介して前記感光基板に転写する走査型露光装置であつて、

前記マスクの温度制御用の輻射冷却プレートとを有する走査型露光装置。

【請求項5】 前記輻射冷却プレートが、前記マスクと前記投影光学系との間又は前記照明手段と前記マスクとの間の露光光を遮らない領域に前記マスクに対向して配置されていることを特徴とする請求項4に記載の走査型露光装置。

【請求項6】 露光中に前記マスクに与えられる熱量を予測し、これに基づいて前記マスクの温度が所定の許容範囲内にとどまるようにマスクから前記輻射冷却プレートに伝達される熱流量目標値を定め、熱流量がこの目標値になるように前記輻射冷却プレートの温度を制御する温度制御手段を更に有することを特徴とする請求項4又は5に記載の走査型露光装置。

【請求項7】 前記温度制御手段は、少なくとも、前記マスク上の露光光の照度、マスクの開口率、マスクの反射率、露光時間比率などの情報を基に露光エネルギーを算出することにより、前記マスクに与えられる熱量を予測することを特徴とする請求項6に記載の走査型露光装置。

【請求項8】 前記制御手段は、少なくとも、測定されたマスクの温度の情報に基づいて前記マスクに与えられる熱量を予測することを特徴とする請求項6に記載の走査型露光装置。

【請求項9】 前記赤外線透過窓と前記断熱支持体とを更に有し、前記輻射冷却プレートが前記赤外線透過窓及び前記断熱支持体と共に請求項1に記載の温調装置を構成することを特徴とする請求項4ないし8のいずれか一項に記載の走査型露光装置。

【請求項10】 前記輻射冷却プレートに対向する前記マスク以外の構成部材の表面を、赤外線領域に関して高反

射率に設定したことを特徴とする請求項4ないし9のいずれか一項に記載の走査型露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、温調装置及び走査型露光装置に係り、更に詳しくは、マスク（レチクル）及びウエハ等の基板の温度調整用に好適な温調装置及びこの温調装置をマスクの温度調整用として用いた走査型露光装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、半導体集積回路の微細化が進むにつれ、リソグラフィ工程で用いられる、マスク（レチクル）のパターンを感光材（レジスト）の塗布された基板（ウエハ）に露光転写する露光装置にも高精度な装置が要求されており、特に、回路素子のレイヤー（層）間の位置合わせ精度に関して、非常に高い精度が要求されている。この位置合わせ精度に影響する要因の一つとして、露光光の照射によるマスクの熱膨張によって発生するパターンの歪みがある。

【0003】この種のマスクは、熔融石英のブランクス（平板）にクロムのパターン面が形成されたものが一般的である。従って、熱膨張による誤差の許容値が1ppmとすると、石英の熱膨張係数がおよそ $0.4\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ であるから、マスクの温度上昇許容値は $2.5^{\circ}\text{C}$ ということになる。この種の露光装置には、精度と共に、高いスループットが要求されるため、露光光の照度はますます大きくなる傾向にある。このため、積極的にマスクの温度制御を行わないと、もはや、要求される精度を満たすことが困難になってきている。

【0004】従来においても、マスクの温度制御を行なう方法として、温度制御された空気（気体）をマスクに吹き付ける方法や、冷却プレートをマスクの露光範囲外の領域に密着させる方法などが提案されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来のマスク温度制御方法の内、温調空気を吹き付ける方式では、熱伝達率を上げようとして風速を速くすると、パーティクル（いわゆるゴミ）を巻き上げ、マスクにこのパーティクルが付着してしまい、回路素子の不良をもたらすという不都合があり、このため、結果的に許容される風速はせいぜい $0.5\text{ m/s}$ 程度までであり、この場合の熱伝達率は自然対流熱伝達率と大差がなくなってしまう。また、最近では前記パーティクル対策として、マスクのパターン面（クロム面）側に、適当な高さのフレームを設け、そこにベリクル膜を張ることが行われることも多い。かかる場合には、マスクのパターン面は、強制対流熱伝達ができないため、ますます熱を奪う効率が悪くなる。さらに、不用意に送風を行うと、空気揺らぎが大きくなってマスクステージの位置制御に用いる位置測定用レーザ干渉計等の測定精度に影響を与え、

位置合わせ精度が劣化するという不都合もあった。また、送風にもなって、各部の機械振動が励起され、位置合わせ精度の低下を招く可能性が高いという不都合も有していた。

【0006】一方、上述した冷却プレートをマスクに装着する方法、例えば一番単純なマスクを載置するマスクテーブル（あるいはマスクステージ）を温度制御してマスク温度を制御する方法にあっては、マスクステージがマスクを吸着保持する吸着面の面積が非常に小さいため熱伝導率が小さく、効果的に温度を制御するのは困難であった。また、マスクテーブルの温度を変えると、テーブルが変形し、それによってマスクが変形するおそれもあった。同様に、特別な冷却プレートを用意してマスクに装着する方法では、マスクのパターン面以外の領域の面積は、割合として小さいため、効果的な温度制御は困難であった。また、マスクを交換する度に、冷却プレートをマスクに取り付けなくてはならず、マスク交換時間が長くなるという不都合もあり、更には装着による応力でマスクが変形する可能性があるという不都合も有していた。

【0007】本発明は、かかる従来技術の有する不都合に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、パーティクルの付着問題が殆ど生じることなく、周辺の空気温度変化や揺らぎを防止しつつ、基板の温度制御を効果的に行なうことができる温調装置を提供することにある。

【0008】本発明の第2の目的は、パーティクルの付

着問題が殆ど生じることなく、空気揺らぎの発生を防止し、マスクの応力変形やマスク交換時間の増大等を防止することができる走査型露光装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、基板の温度を調整する温調装置であって、前記基板に対向配置可能で温度制御可能な輻射プレートと；前記輻射プレートに所定の真空層を介して対向配置された赤外線透過窓と；前記輻射プレートと前記窓とを一体的に支持するとともに当該両者間及び前記真空層を断熱する断熱支持体とを有する。

【0010】これによれば、基板と輻射プレートとを対向配置すれば、基板及び輻射プレートの内、高温物体側から低温物体側に両者の温度差に応じて輻射により伝熱が行なわれる。従って、基板を冷却したい場合には、輻射プレートを基板より低温に設定し、基板を加温したい場合には、輻射プレートを基板より高温に設定すれば良い。実際には、次の式（1）に従って高温物体Aから低温物体Bへの輻射伝熱量は決定される（詳しくは、例えば、ホールマン著、「伝熱工学」（ブレイン図書）等参照）ので、式（1）に基づいて基板が所望の温度になるように輻射プレートの温度を調整すれば良い。

【0011】

【数1】

$$q = \frac{\sigma (T_A^4 - T_B^4)}{(1 - \varepsilon_A) / \varepsilon_A / S_A + 1 / F_{AB} / S_A + (1 - \varepsilon_B) / \varepsilon_B / S_B} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、q：物体AからBへの輻射伝熱量

σ：ボルツマン定数

TA：物体Aの絶対温度

TB：物体Bの絶対温度

εA：物体Aの放射率

εB：物体Bの放射率

SA：物体Aの表面積

SB：物体Bの表面積

FAB：物体AからBへの形態係数

【0012】この請求項1に記載の温調装置によれば、輻射伝熱により基板の温度が調整されるので、パーティクルの付着問題が殆ど生じることなく、周辺の空気温度変化や揺らぎを防止しつつ、完全なる非接触にて基板の温度制御を効果的に行なうことができる。また、輻射

プレートと赤外線透過窓との間に所定の真空層が存在するので、基板を冷却する場合に輻射プレートへの結露を防ぐことができると共に断熱支持体の動きにより雰囲気気体への伝熱を抑制することができる。

【0013】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載

の温調装置において、前記輻射プレートに温度制御用の半導体ペルチェ素子を更に有することを特徴とする。

【0014】これによれば、例えば基板を冷却する場合に、半導体ペルチェ素子に流す電流を制御することによって高応答性で輻射プレートの温度、ひいては基板から輻射プレートへの伝熱量を制御することができる。

【0015】請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の温調装置において、前記赤外線透過窓は、温度制御可能であることを特徴とする。具体的には、例えば、赤外線透過窓にヒータや透明な薄膜回路発熱体を埋め込むことにより、赤外線透過窓自体を温度制御可能に構成することができる。

【0016】これによれば、赤外線透過窓の温度を雰囲気気体の温度とほぼ同一となるように制御することが可能となり、これにより雰囲気気体中に対流が生じるのをほぼ完全に防止することができ、レーザ干渉計等のセンサ類の測定精度へ与える影響を最小にすることができる。

【0017】請求項4に記載の発明は、マスクを照明手段によって照明し、マスクを保持するマスクステージと感光基板を保持する基板ステージとを所定の走査方向に沿って同期走査しつつ、前記マスク上の照明領域のパターンの像を投影光学系を介して前記感光基板に転写する走査型露光装置であって、前記マスクの温度制御用の輻射冷却プレートを有する。

【0018】これによれば、輻射冷却プレートの表面温度を変化させることでマスクから輻射冷却プレートへ伝わる伝熱量を制御することにより、輻射伝熱によりマスクを冷却することができ、送風冷却方式のようにマスクへのパーティクル付着の問題を招いたり、空気揺らぎによりレーザ干渉計等のセンサへ大きな影響を与えることもない。また、完全に非接触な方式であるため、接触型冷却プレートのようにマスクの応力変形を招いたり、マスク交換時間が増大するという不都合も生じ難い。また、ベリクルを設置したマスクであっても容易に冷却することができる。

【0019】請求項4に記載の走査型露光装置においては、請求項5に記載の発明の如く、輻射冷却プレートは、マスクと投影光学系との間又は照明手段とマスクとの間の露光光を遮らない領域にマスクに対向して配置されていることが望ましい。

【0020】このようにすれば、性能に影響を与えることなく、マスクを輻射冷却プレートにより効率よく冷却することができる。

【0021】請求項6に記載の発明は、請求項4又は5に記載の走査型露光装置において、露光中に前記マスクに与えられる熱量を予測し、これに基づいて前記マスクの温度が所定の許容範囲内にとどまるようにマスクから前記輻射冷却プレートに伝達される熱流量目標値を定め、熱流量がこの目標値になるように前記輻射冷却プレ

ートの温度を制御する温度制御手段を更に有することを特徴とする。

【0022】これによれば、温度制御手段では露光中にマスクに与えられる熱量を予測し、これに基づいてマスクの温度が所定の許容範囲内にとどまるようにマスクから輻射冷却プレートに伝達される熱流量目標値を定め、熱流量がこの目標値になるように輻射冷却プレートの温度を制御する。従って、マスクに与えられる熱量に応じて輻射冷却プレートの表面温度を変化させることで、マスク温度の変動を容易に一定許容範囲内に制御することが可能となる。

【0023】前記請求項6に記載の走査型露光装置において、温度制御手段は、請求項7に記載の発明のように、少なくとも、マスク上の露光光の照度、マスクの開口率、マスクの反射率、露光時間比率などの情報を基に露光エネルギーを算出することにより、マスクに与えられる熱量を予測しても良く、あるいは請求項8に記載の発明のように、少なくとも、測定されたマスクの温度の情報に基づいてマスクに与えられる熱量を予測しても良い。

【0024】請求項9に記載の発明は、請求項4ないし8のいずれか一項に記載の走査型露光装置において、前記赤外線透過窓と前記断熱支持体とを更に有し、前記輻射冷却プレートが前記赤外線透過窓及び前記断熱支持体と共に請求項1に記載の温調装置を構成することを特徴とする。

【0025】これによれば、請求項1に記載の発明と同様に、輻射冷却プレートと赤外線透過窓との間に所定の真空層が存在するので、マスクを冷却する輻射冷却プレートへの結露を防ぐことができると共に断熱支持体の働きにより雰囲気気体への伝熱を抑制することができる。

【0026】また、上記請求項9に記載の発明において、輻射冷却プレートの温度制御用の半導体ペルチェ素子を設けても良い。かかる場合には、半導体ペルチェ素子に流す電流を制御することによって高応答性で輻射冷却プレートの温度、ひいてはマスクから輻射冷却プレートへの伝熱量を制御することができる。

【0027】また、上記請求項9に記載の発明において、赤外線透過窓を、温度制御可能に構成しても良い。このようにすれば、赤外線透過窓の温度を雰囲気気体の温度とほぼ同一となるように制御することにより、雰囲気気体中に対流が生じるのをほぼ完全に防止することができ、レーザ干渉計等のセンサ類の測定精度へ与える影響を最小にすることができる。

【0028】請求項10に記載の発明は、請求項4ないし9のいずれか一項に記載の走査型露光装置において、前記輻射冷却プレートに対向する前記マスク以外の構成部材の表面を、赤外線領域に関して高反射率に設定したことを特徴とする。

【0029】これによれば、輻射冷却プレートに対向す

る前記マスク以外の構成部材、例えばマスクステージ等から輻射冷却プレートへの輻射伝熱量が減少し、マスクステージ等が不用意に冷却されることによる影響、例えばマスクステージの走り精度などへの影響を抑制することができる。

【0030】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図1ないし図3に基づいて説明する。

【0031】図1には、一実施例に係る走査型露光装置の概略構成が示されている。図1において、図示しない除振台上にほぼ水平に設置されたウエハステージ案内板10上に、X軸方向（図1における左右方向）及びX軸方向に直交するY軸方向（図1における紙面直交方向）の2次元方向に移動可能な基板ステージとしてのウエハステージ9が載置されている。このウエハステージ9上には図示しないウエハホルダを介して感光基板としてのウエハWが保持されている。また、このウエハステージ9上にはレーザ干渉計用の移動鏡11が設けられ、この移動鏡11に対向してレーザ干渉計12がウエハステージ案内板10上に配置されている。レーザ干渉計12では移動鏡11にレーザ光（測長ビーム）を照射し移動鏡11からの反射光を受光することにより、ウエハステージ9の位置を計測するようになっている。このレーザ干渉計12の出力がステージ駆動制御手段15に入力されている。

【0032】なお、実際には、X軸用移動鏡11XとY軸用の移動鏡11Yとが設けられ、これらに対応してX軸方向位置計測用レーザ干渉計12XとY軸方向位置計測用レーザ干渉計12Yとが設けられているが、図1ではこれらが代表的に移動鏡11、レーザ干渉計12として示されている。

【0033】ウエハWの上方には、投影光学系PLがその光軸方向をウエハステージ19の移動面であるXY平面に直交するZ軸方向に向けて配置されている。さらに、この投影光学系PLの上方には、マスクとしてのレチクルRが、ウエハステージ19の移動面にほぼ平行に配置されている。このレチクルRは、熔融石英のブランクスにクロムの薄膜を形成した上、回路パターンを前記クロム薄膜に描画食刻したものである。このレチクルRは、前記クロム薄膜面（以下「パターン面PA」と呼ぶ）を投影レンズ側（下側）にして、レチクル微動ステージ2に真空吸着によって保持されている。このレチクル微動ステージ2は、XY2次元方向の微動及びZ軸回りの微小回転が可能にされている。また、このレチクル微動ステージ2は、X軸方向（走査方向）に沿って移動可能なレチクル走査ステージ3上に載置されており、このレチクル走査ステージ3が走査ステージ案内板4上をX軸方向に沿って駆動されることにより、レチクルRが走査されるようになっている。即ち、本実施例では、レチクル微動ステージ2とレチクル走査ステージ3

とによってマスクステージとしてのレチクルステージが構成されている。

【0034】ここで、図2の平面図に基づいてこのレチクルステージ部について更に詳述すると、レチクルRはレチクル微動ステージ2に4つの小面積の真空吸着部2aによって吸着保持されている。図2において、細かい斜線でハッチングした部分は露光可能な領域の最大範囲を示している。レチクル微動ステージ2のX方向の一端には、所定間隔で一對のコーナーキューブミラー5a、5bが設けられ、これらに対向して走査ステージ案内板4のX方向の一端には、レーザ干渉計6X<sub>1</sub>、6X<sub>2</sub>が配置されている。また、レチクル微動ステージ2のY方向の一端には、X軸方向に沿ってバーミラー5cが配置され、これに対向してレーザ干渉計6Yが配置されている。そして、レーザ干渉計6X<sub>1</sub>、6X<sub>2</sub>によってコーナーキューブミラー5a、5bを介してレチクル微動ステージ2のX方向位置とZ軸回りの回転とが計測され、レーザ干渉計6Yによってバーミラー5cを介してレチクル微動ステージ2のY方向位置が計測されるようになっている。これらのレーザ干渉計6X<sub>1</sub>、6X<sub>2</sub>、6Yの出力信号もステージ駆動制御手段15に入力されるようになっている。なお、図1では、コーナーキューブミラー5a、5b、バーミラー5cが代表的にミラー5で示され、レーザ干渉計6X<sub>1</sub>、6X<sub>2</sub>、6Yが代表的にレーザ干渉計6として図示されている。

【0035】レチクル走査ステージ3のY方向両端には、図2に示されるように、X方向に延びるリニアモータの移動子3a、3aがそれぞれ設けられ、これに対応してX方向に延びる一對のリニアモータの固定子（Xリニアガイド）3b、3bが設けられている。このような構成により、レチクル走査ステージ3は、リニアモータを駆動するステージ駆動制御手段15によって、走査ステージ案内板4上をX方向に沿って走査駆動されるようになっている。

【0036】図1に戻り、レチクルRの上方には、照明手段としての照明光学系13が設けられ、不図示の高圧水銀ランプ、エキシマレーザ等の光源からの露光光ELによりレチクルRが照明されるようになっている。このレチクルR上の照明領域は本実施例では矩形スリット状であり（図2参照）、図1、図2ではこの照明領域の長辺が符号A、Bで示されている。

【0037】ステージ駆動制御手段15では、スリット上の照明領域に対し、レチクル走査ステージ3とウエハステージ9とを投影光学系PLの投影倍率に応じた速度比でX方向に沿って同期走査することで、レチクルRのパターン全面をウエハWに露光転写する。ウエハステージ9は、順次ステップ送りされて、ウエハW全面にレチクルRのパターンがXY方向のマトリックス状に配置転写される。

【0038】更に、本実施例では、レチクル走査ステー

ジ3の下方に、レチクルRのパターン面PAと対向するように、冷却プレートを備えた温調装置19a、19bが配置されている。温調装置19a、19bは、照明領域(AB間)から投影光学系PLに入射する光を遮らないように、照明領域(AB間)を挟む形で、走査方向の前後に、ほぼ走査ステージ案内板4付近でステージ3の移動に支障の無い高さに設置されている。また、これらの温調装置19a、19bを構成する冷却プレートの走査方向の長さは、レチクルRの移動範囲をもとに決定される。

【0039】図3には、一方の温調装置19aの構成が示されている。この温調装置19aは、マスクパターン面PAに対向して配置された輻射プレートとしての輻射冷却プレート23と、この輻射冷却プレート23に対向してレチクルR寄りに配置された赤外線透過窓21と、これら両者23、21を一体的に保持すると共に、両者間及び両者間の空間22を断熱する断熱支持体25とを備えている。輻射冷却プレート23と赤外線透過窓21との間の空間22は、真空断熱層とされている。すなわち、温調装置19aでは、輻射冷却プレート23、真空断熱層22、赤外線透過窓21から成る層構造が採用されている。これは、このような層構造を採用することによって雰囲気気体への伝熱を少なくし、輻射冷却プレート23の温度制御性を向上させるためである。また、真空断熱層があることにより、輻射冷却プレート23への結露などを防ぐことができる。なお、赤外線透過窓21にヒータや透明な薄膜回路発熱体を埋め込み、赤外線透過窓21自体の温度を制御できるように構成しておくことが望ましい。

【0040】これは、赤外線透過窓21自体の温度を制御できれば、雰囲気気体と赤外線透過窓21の温度をほぼ同じになるように制御することにより、雰囲気気体中に対流が生じるのを防ぐことができ、レーザ干渉計などのセンサの測定精度への影響を最小にできるからである。

【0041】前記輻射冷却プレート23は、冷却配管24の内部を通る冷媒との熱交換によって冷却されるようになっている。この輻射冷却プレート23の温度は、温度センサ26でモニタされ、その温度信号は図1に示される温調装置コントローラ16に伝えられ、後述するようにして目標値に制御されるようになっている。輻射冷却プレート23の温度制御は、前記冷媒の温度を変えることで達成できるし、輻射冷却プレート23と冷媒の間に、不図示の半導体ペルチェ素子を設置し、これに流す電流を制御することによって、能動的に伝熱量を制御することによっても達成可能である。後者の場合には、輻射冷却プレート23の温度制御の応答が早くなるという利点がある。

【0042】もう一方の温調装置19bも温調装置19aと同様にして構成されている。これらの温調装置19a、19bがその輻射冷却プレート23をレチクルRの

パターン面PAに対向して配置されていることから、露光光のエネルギーを吸収して高温となったレチクルRが温調装置19a、19bによっていわゆる輻射伝熱により冷却される。

【0043】ここで、A、B、2つの物体間の輻射伝熱量 $q$ は、前述した式(1)で表されることが知られており、該式(1)中の形態係数は1以下の数字であるが、本実施例のような矩形平板間の伝熱の場合、形態係数は矩形の辺の長さの、平板間距離に対する比が大きいほど値が1に近づく。走査型露光装置では、本実施例のようにマスクの照明領域がスリット状であることが多く、図1に示されるようにレチクルRの下に、輻射冷却プレート23をレチクルRにかなり近接させて配置した場合には、レチクル走査ステージ3が走査範囲内のどここの位置にあっても、常に輻射冷却プレート23をレチクルR全面積に対しておおよそ2/3程度の面積まで相対させることが可能である。従って、形態係数は容易に0.2程度の値にすることが可能である。

【0044】図1に戻り、温調装置19a、19bの制御系について説明する。この制御系は、中央演算処理装置18及び冷却プレート温調装置コントローラを中心に構成されている。

【0045】照明光学系13を構成する図示しないフライアイ光学系の出口には、図示しないビームスプリックが配置されており、このビームスプリックによって反射された露光光の一部がパワーモニタ(図示省略)に入力され、当該パワーモニタによりその光量(照度)が検出されるようになっている。このパワーモニタの出力である照度信号S1が照明系制御部17及び中央演算処理装置18に入力されるようになっている。照明系制御部17では光量値S1に基づいて照明光学系13内の図示しないシャッタの動作等を制御する。

【0046】レチクルRの上方には、レチクルRの温度を非接触で計測する放射温度計14が配置されており、この放射温度計14の計測値(温度信号)S2は中央演算処理装置18に入力されるようになっている。

【0047】中央演算処理装置18の内部メモリには、レチクルRに関する情報、パターン開口率、パターン反射率(又は吸収率)、放射率、レチクルRと輻射冷却プレート23の間隔 $d$ 、輻射冷却プレート23の走査方向の長さ $LX$ 、また同じく走査方向と直交する方向の長さ $LY$ などの幾何学的な情報と、レチクルRから輻射冷却プレート23への形態係数等のデータが予め記憶されている。

【0048】次に、本実施例の動作について説明する。露光動作が開始されると、照明光学系13内のシャッター動作、照明照度(露光パワー)が照明系制御部17によって制御される。照明照度は不図示のパワーモニタによって常時モニターされて、その信号S1は、中央演算処理装置18に送られる。また、レチクルRの温度は、



放射温度計14でモニターされ、温度信号S2が中央演算処理装置18に送られる。

【0049】中央演算処理装置18は、予め入力されているレチクルRに関する情報と照度信号S1、温度信号S2とに基づいてレチクルRに与えられる熱量を予測し、この熱量Qが、輻射冷却時にレチクルRから輻射冷却プレート23に与えられる前記熱量qとが一致するように、先の数式を用いて温調装置19a、19bの（輻射冷却プレート23）の温度目標値を決めて、温調装置コントローラ16に指令値を伝える。

【0050】これにより、温調装置コントローラ16によって輻射冷却プレート23の温度が制御され、レチクルRの温度が所定範囲になるように調整される。すなわち、本実施例では、温調装置コントローラ16及び中央演算処理装置18の機能によって、露光中にレチクルRに与えられる熱量を予測し、これに基づいてレチクルRの温度が所定の許容範囲内にとどまるようにレチクルRから輻射冷却プレート23に伝達される熱流量目標値を定め、熱流量がこの目標値になるように輻射冷却プレート23の温度を制御する温度制御手段が実現されている。

【0051】なお、本実施例では、放射温度計14によりレチクルRの温度を計測しているため、この温度に基づきレチクルRに与えられる熱量を容易に予測できるが、必ずしもこの放射温度計14を設ける必要はない。すなわち、パワーモニタからの照度信号S1が中央演算処理装置18に与えられているので、中央演算処理装置18ではこの照度信号S1に基づいて露光時間比率（シャッター開閉のデューティ比）を容易に演算することができ、これと既知の照度と、レチクルRのパターン開口率、反射率等のデータに基づいて露光エネルギーを算出することができ、これに基づいてレチクルRに与えられる熱量を予測できるからである。

【0052】以上説明したように、本実施例によると、レチクルRから輻射冷却プレート23へ伝わる輻射伝熱量を、レチクルRに与えられる熱量（レチクルRに吸収される露光光のエネルギー）に応じて、輻射冷却プレート23表面の温度を変化させることで制御し、レチクルRの温度の変動を容易に一定許容範囲内に制御できる。従って、レチクルR（マスク）の熱変形が殆ど許されないULSI等のリソグラフィ工程に好適である。

【0053】また、輻射伝熱を利用していることから空気揺らぎ等を生じることがなく、送風冷却方式のようなパーティクル付着の問題やレーザ干渉計等のセンサへの影響もない。また、完全に非接触な方式であるため、接触型冷却プレートのようにレチクルRの応力変形やレチクル交換時間の増大という不都合も発生しない。また、ベリクルを設置したレチクル（マスク）に対しても、その効果はほとんど変わらない。

【0054】なお、レチクル走査ステージ3の下面は走

査移動した時に冷却板23と対向するため、温度が変化し、それがレチクル走査ステージ3の走り精度などに影響するおそれがある。かかる不都合を防止すべく、レチクル走査ステージ3の下面にアルミや金などを蒸着して鏡面加工しておくことが望ましい。このようにすれば、放射係数が0.05程度以下になって、輻射伝熱量が減少し、冷却の影響を最小にすることができる。

【0055】また、上記実施例では、温調装置19a、19bを、レチクルRと投影光学系PLとの間に配置する場合を例示したが、本発明がこれに限定されるものではなく、例えば、図4に示されるように、照明光学系13とレチクルRとの間に、照明領域を挟む形で、それぞれの輻射冷却プレート23がレチクルRに対向するように、温調装置19a、19bを設置しても良い。このようにしても、上記実施例と同等の作用、効果を奏する。

【0056】なお、上記実施例では、本発明に係る温調装置をマスクとしてのレチクルRの温度調整用として使用する場合を例示したが、本発明に係る温調装置の適用がこれに限定されるものではない。例えば、ウエハがウエハオートローダからウエハステージ上に搬入された時、露光装置、特にウエハホルダの温度とウエハの温度とが異なっている場合、温度変化によりウエハが変形することが考えられ、従って、ウエハを露光装置に搬入する前に、予め露光装置と同一温度に調整しておくことが望ましい。このような事前のウエハの温度調整等に、本発明に係る温調装置は好適に適用できるものである。かかる場合にも、ウエハへのパーティクルの附着を防止することができる。

【0057】また、上記実施例では、露光光源として水銀ランプ等を用いる光学式の露光装置について例示したが、本発明がこれに限定されるものではなく、例えば、X線露光装置や電子ビーム露光装置等においても、マスクの熱変形は同様に問題となり、かかる露光装置のマスクの熱変形防止にも、本発明の輻射伝熱方式による温調装置は、好適に適用することができ、従って、また、本発明に係る走査型露光装置には、X線露光装置や電子ビーム露光装置も含まれるものである。

【0058】なお、上記実施例では、マスクの温度を計測する温度センサとして放射温度計を使用した。本発明がこれに限定されるものではなく、他の方式の温度センサ、例えば、白金測温抵抗体やIC温度センサ等の接触型温度センサを用いることも可能である。但し、放射温度計を用いる場合には、非接触であるから対象物体へ与える影響が殆どないとともに誤差も生じ難いという利点がある。

【0059】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る温調装置によれば、パーティクルの付着問題が殆ど生じることなく、周辺の空気温度変化や揺らぎを防止しつつ、基板の温度制御を効果的に行なうことができるという従

来にない優れた効果がある。

【0060】また、本発明に係る走査型露光装置によれば、パーティクルの付着問題が殆ど生じることなく、空気揺らぎの発生を防止し、マスクの応力変形やマスク交換時間の増大等を防止することができるという従来にない優れた効果がある。

【0061】特に、請求項6ないし8に記載の走査型露光装置によれば、温度制御手段により、マスクに与えられる熱量（マスクに吸収される露光光のエネルギー）に応じて冷却プレート表面温度を変化させることで、マスク温度の変動を容易に一定許容範囲内に制御することができる。従って、マスクのわずかな熱変形も許されないULSI等のリソグラフィ工程に好適に適用できるという利点もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施例に係る走査型露光装置の概略構成を示す図である。

【図2】図1のマスクステージ周辺部材の配置を示す概略平面図である。

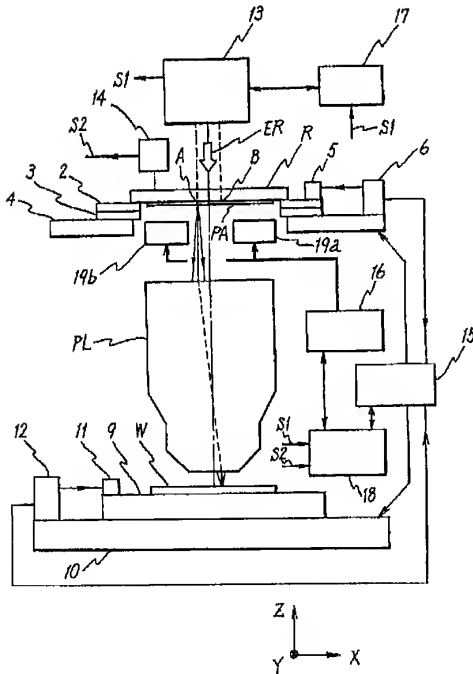
【図3】図1の温調装置の構成を示す概略縦断面図である。

【図4】変形例の主要部の構成を示す説明図である。

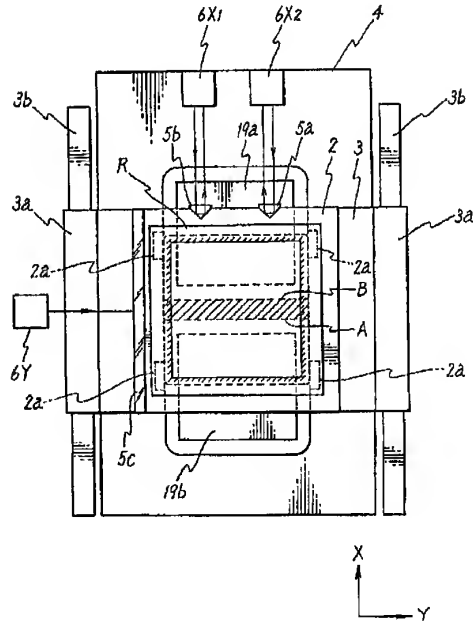
【符号の説明】

- 2 レチクル微動ステージ（マスクステージの一部）
- 3 レチクル走査ステージ（マスクステージの一部）
- 9 ウエハステージ（基板ステージ）
- 13 照明光学系（照明手段）
- 16 温調装置コントローラ（温度制御手段の一部）
- 18 中央演算処理装置（温度制御手段の一部）
- 19a、19b 温調装置
- 21 赤外線透過窓
- 23 輻射冷却プレート（輻射プレート）
- 24 真空層
- 25 断熱支持体。
- R レチクル（マスク）
- W ウエハ（感光基板）
- PL 投影光学系

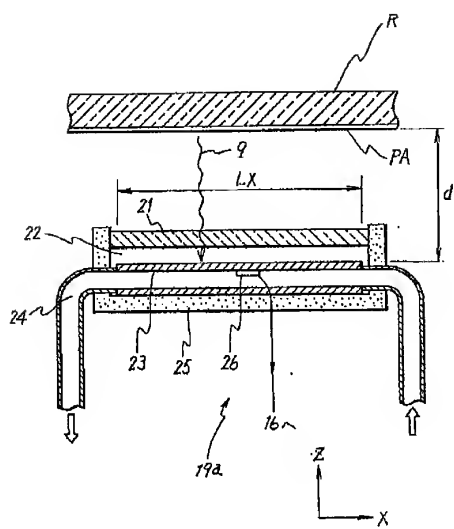
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

